



# BILKENT ÜNİVERSİTESİ

# FİZİK OLİMPİYATLARI

“Gerçek basittir ama basit görülmez.” Blaise Pascal

Ad Soyad: \_\_\_\_\_

Okul: \_\_\_\_\_

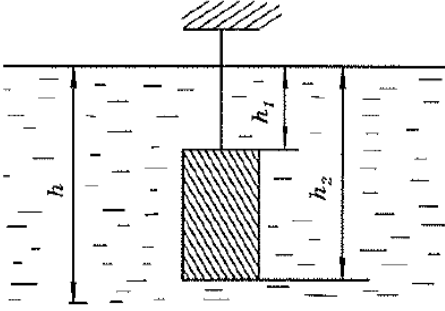
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Toplam
/6	/7	/12	/10	/11	/8	/10	/12	/10	/14	/100

## SINAV KURALLARI

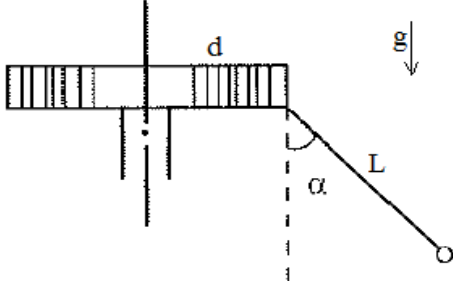
- 1) Sınav toplam 5 sayfadan oluşmaktadır, lütfen sınava başlamadan önce sayfalarınızı kontrol ediniz.
- 2) Sınav 10 sorudan oluşmakta olup toplam 100 puan üzerinden her sorunun değeri farklıdır ve soruların puan dağılımı her soru metninin sonunda belirtilmiştir.
- 3) Sınav süresi 4 saat olup 9.30’da başlayıp 13.30’da bitecektir.
- 4) Çözümlerinizi size verilen A4 kâğıtlarına her sayfada en fazla 1 soru olacak şekilde yazınız ve A4 kâğıtlarının sadece tek tarafını kullanınız.
- 5) Çözüm kâğıtlarınızın her sayfasının sağ üst köşesine sayfa numarası, sol üst köşesine kaçınıcı soru olduğu ve orta üst kısmına adınızı yazınız.
- 6) Yukarıdaki formatta olmayan, numaralandırılmayan kâğıtlar karalama kâğıdı kabul edilecek olup değerlendirmeye alınmayacaktır.
- 7) Sınavda nümerik hesaplama gerektirecek soru olmadığı için herhangi bir hesap makinesi veya türevlerinin sınava sokulması yasaktır.
- 8) Sınavda herhangi bir sorunuz olduğu zaman lütfen salon görevlisine danışınız.
- 9) Sınavın sessiz ortamını bozacak davranış ve hareketlerde bulunmaktan kaçınınız.
- 10) Lavaboya gitmek istediğinizde lütfen sessizce salon görevlisi arkadaşına bildirin.

SINAVDA BAŞARILAR DİLERİZ...

### 3. Bilkent Fizik Olimpiyatları



1. Hacmi  $V=1000 \text{ cm}^3$ , yoğunluğu ise  $\rho_c = 1.6(g/cm^3)$  olan bir cisim ipe asılıp, yoğunluğu derinlikle  $\rho(h) = \rho_0 + \beta h$  şeklinde değişen bir sıvıya yerleştiriliyor. Burada  $\rho_0 = 1(g/cm^3)$ ;  $\beta = 0.001(g/cm^4)$  tür. Cismin üst yüzeyi  $h_1=1\text{m}$ , alt yüzeyi ise  $h_2=2\text{m}$  derinlikte olduğuna göre ipin gerilmesi ne kadardır? (6p)



2. Yatay düzlemde dönen bir diskin kenarına bağlanan bir sarkaç düşeyle  $\alpha$  açı yapıyor. Dönme ekseninden ipin bağlandığı noktaya kadar uzunluk  $d$  ve ipin boyu  $L$  olduğuna göre, diskin açısal hızı nedir? (7p)

3. Güneş sistemdeki diğer gezegenlerin Dünyanın herhangi bir uydusunun üzerinde yaptığı etkileri ihmal ederek bir uydunun 3. uydunun hızını hesaplayınız. Dünyanın kütlesi  $M$ , yarıçapı  $r$ , Güneşin etraftaki yörüngesinin yarıçapı  $R_{GD}$ , Güneşin etrafındaki dönme periyodunu ise  $T$  olarak alınız. (Not: Bir uydunun Dünyanın yüzeyinden harekete başlayıp Güneş sistemini terk etmesi için gereken minimum ilk hızına "3. uydunun hızı" denir.) (12p)

### 3. Bilkent Fizik Olimpiyatları

4. Düşey düzlemde tam bir daire çizebilmesi için uzunluğu  $L$  olan basit sarkacın kararlı denge konumundan geçerken hızı ne olmalıdır? Yerçekimi ivmesini  $g$  olarak alınız.

Soruyu sarkacın ucundaki cismin,

a. ağırlıksız bir çubukla (5p)

b. esnemeyen bir ipe (5p)

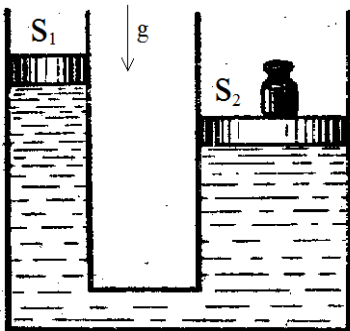
bağlandığını varsayarak her iki durum için çözünüz.

5. Kütlesi  $m$  olan bir uydu, Dünyanın Güneşin etrafındaki yörüngesinde hareket etmekteyken, belli bir anda güneş yelkenini açıyor (yarıçapı  $d$  olan ince bir aynasal daire). Açıldıktan sonra yelkenin yüzeyi her bir anda uyduyu Güneş ile bağlayan doğruya dik tutuluyor. Tüm diğer gezegenlerin uyduya etkilerini ihmal ediniz.

a. Uyduya, güneş yelkeni açıldıktan sonra herhangi bir  $r$  yarıçapında etki eden net kuvveti ifade ediniz. (3p)

b. Yelkenler açıldıktan sonra uydunun yeni yörüngesi hangi geometrik şekle benzer ve bu yeni yörüngedeki uydunun dönme periyodu nedir? (8p)

Not: Dünyanın Güneş etrafındaki yörüngesini yarıçapı  $R_0$  olan bir daire kabul ediniz. Güneşin kütlesi  $M$ , ışınması  $L$  (birim zamanda yaydığı toplam enerji)'dir. Işık hızı  $c$ , evrensel yerçekimi sabiti  $\gamma$  olarak verilmektedir.



6. Birbirine bağlı kesit alanları  $S_1$  ve  $S_2$  olan silindir kaplar su ile doldurulmuş ve hafif kütleli pistonlar ile kapatılmıştır. Sistem bu durumda dengededir. Kütlesi  $m$  olan bir ağırlık büyük olan pistonun üzerine konuluyor. Sistem bu durumdan dengeye gelene kadar açığa çıkan ısı miktarı ne kadardır? Suyun yoğunluğu  $\rho$ , yerçekimi ivmesi  $g$ 'dir. (8p)

### 3. Bilkent Fizik Olimpiyatları

7. Uzunluğu  $l$  olan yatay bir çubuk uçlarından birinden geçen dikey eksene göre sabit bir  $\omega$  açısal hızı ile dönmektedir. Dönme eksenine paralel şiddeti  $B$  olan bir manyetik alan bulunmaktadır.

a. Çubuğun uçları arasındaki potansiyel farkın sıfır olması için manyetik alanın şiddeti  $B$  ne kadar olmalıdır? (6p)

b. Eğer  $B = 0$  ise bu potansiyel fark ne kadardır? (4p)

Her iki durumda da çubuğun uzamasını ihmal ediniz, elektronun yük kütle oranını ( $e/m$ ) varsayınız.



8. Her birinin kütlesi  $m$ , yükü ise  $q$  olan iki özdeş kürecik, uzunluğu  $L$  olan hafif kütleli yalıtkan bir çubuk ile bağlıdır. Çubuk sonsuz uzaktan, yarıçapı  $R=L/4$  olan yalıtkan bir küresel kabuğuna doğru hareket etmektedir. Çubuğun

yönü kürede iki deliği bağlayan bir çap boyuncadır(şekildeki gibi). Küre homojen yüklü ve hareketsiz tutturulmuştur. Küredeki söz konusu olan delikler küreciklerden biraz daha büyüktür, dolayısıyla çubuk engelsiz bu deliklerden geçebilir. Çubuğun merkezi kabuğun merkezinde olduğunda çubuğun gerilme kuvveti ( $T_1$ ), çubuk sonsuzdayken gerilme kuvvetinin ( $T_0$ ) 2 katıdır.

a. Buna göre kürenin yükü ( $Q$ ) ne kadardır? (6p)

b. Çubuktaki küreciklerin birinin konumu kürenin merkezindeyken gerilme kuvveti ( $T_2$ ), çubuk sonsuzda olduğu gerilme kuvvetinin ( $T_0$ ) kaç katıdır? (2p)

c. Çubuğun küreden geçmesi için sonsuzdaki hızı en az ne kadar olmalıdır? Çubuğun dielektrik sabiti 1 dir. (4p)

### 3. Bilkent Fizik Olimpiyatları

9. Bir cismin görelî kütesinin hızı ile bağlantısını bulmak için ince bir elektron demetiyle deney yapılıyor. Hızları ( $v$ ) farklı olan demetteki elektronlar  $y$ -ekseni boyunca uzunluğu  $l$  olan homojen bir elektromanyetik alan bölgesinden geçmektedir. Bu bölgede elektrik alanının vektörü  $E$   $-x$ , manyetik alanın vektörü  $B$  ise  $+x$  yönündedir. Elektromanyetik alanın olduğu bölgeden  $L$  uzaklıkta ( $L \gg l$ )  $y$ -eksenine dik şekilde lüminesiyel bir ekran bulunmaktadır, yani elektronlar bu ekrana düştüğünde ışık oluşturmaya başlarlar. Demetin elektronları ekranda nasıl bir iz oluşturacaktır, yani izi bir çizgi olarak alırsak  $x = x(z)$  denklemini bulunuz. (10p)

10. a. Dünyanın çapı boyunca dünyanın içinden geçen bir tünelin olduğunu varsayalım. Sonsuzda hızı sıfır olan bir cismin bu tünele düştüğünü kabul edelim. Bu durumda cismin Dünyanın merkezinden geçerken hızı ne olacaktır? Evrensel yerçekimi sabitini  $g$ , Dünyayı da kütlesi  $M$ , yarıçapı  $R$  olan homojen bir küre olarak alınız. (Not: İlk anda cisim Dünyadan çok uzaktadır ve Dünya ile birlikte Güneşin etrafında birleşik bir sistem gibi hareket etmektedir.) (3p)

b. Aynı cismin Dünya yüzeyine  $H$  yüksekliğinden aynı tünele ilk sıfır hızı ile serbestçe düştüğünü farz edelim. Cisim tünelin diğer ucuna ne kadar süre sonra varacaktır ve o andaki hızı ne olacaktır? Not:  $H$  yüksekliği,  $R$  yarıçapının yanında ihmal edilemeyecek büyüklüktedir. (7p)

Not: Soruda  $\int \sqrt{\frac{2-x}{x}} dx = \sqrt{x(2-x)} + 2 \arctan\left(\sqrt{\frac{x}{2-x}}\right) + C$  integralini varsayabilirsiniz.

c. Şimdi  $H \ll R$  durumunu inceleyelim. Bu durumda b şıkında sorulan değerleri yeniden bulunuz. (2p)

d. Cismin tünele girerkenki hızını ihmal edersek b ve c şıklarındaki iki durumda da zamanın hesaplanmasında yapılan hata payı ( $\delta_1\%$  ve  $\delta_2\%$ ) ne kadardır? (2p)